

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-129611

(43)Date of publication of application : 16.05.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

C23F 4/00

H05H 1/46

(21)Application number : 07-302138

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 26.10.1995

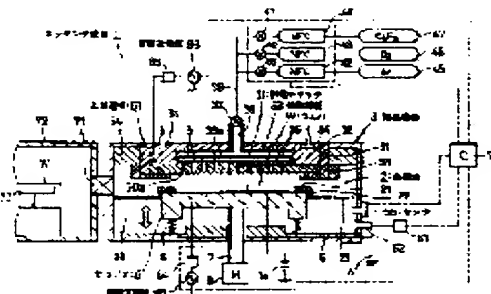
(72)Inventor : KOSHIISHI AKIRA

(54) ETCHING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to ensure a high etching rate even if CO is not added to C₄F₈ gas and to obtain etching characteristics, which generate little deposited substance when a silicon material layer on a substrate to be treated is etched using the C₄F₈ gas.

SOLUTION: When prescribed treatment gas is introduced in a treating chamber 2, which can be freely reduced in pressure therein, and plasma is generated in the chamber 2 under a reduced pressure of several m to 100mTorr or thereabouts to etch a silicon oxide material layer on a wafer W, C₄F₈ gas, rare gas or O₂ gas is used as the treatment gas and at the same time, the partial pressure of the C₄F₈ gas is set at 0.5m to 1.5mTorr and the ratio of C₄F₈ gas: O₂ gas is set in a ratio of 1:1.5 to 5 to etch the silicon oxide material layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-129611

(43) 公開日 平成9年(1997)5月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F i	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	F
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	A
				E
H 0 5 H 1/46			H 0 5 H 1/46	M
			H 0 1 L 21/302	C
審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-302138

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(22) 出願日 平成7年(1995)10月26日

(72) 発明者 奥石 公

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

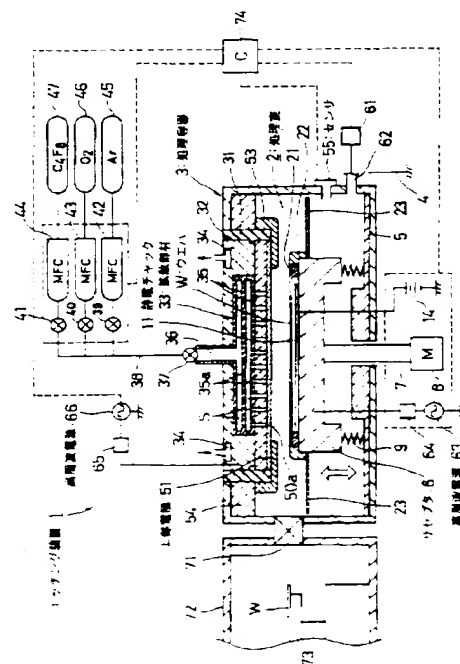
(74) 代理人 弁理士 金本 哲男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 エッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 波処理基板上の酸化シリコン系材料層をC₄F₈ガスを用いてエッチングするにあたり、COを添加せずとも高いエッチングレートが確保でき、かつデボの少ないエッチング特性を得る。

【解決手段】 減圧自在な処理室2内に所定の処理ガスを導入し、数mTorr～100mTorr程度の減圧度の下で処理室2内にプラズマを発生させて、ウエハW上の酸化シリコン系材料層をエッチングするにあたり、処理ガスとしてC₄F₈ガスと希ガス(He)を用いると共に、C₄F₈ガスの分圧を0.5mTorr～1.5mTorr、C₄F₈ガスとHeガスを1:1.5～5.0に設定してエッチングする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 減圧自在な処理室内に所定の処理ガスを導入し、所定の減圧条件下でこの処理室内にプラズマを発生させて、この処理室内の被処理基板上に酸化シリコン系材料層をエッチングする方法であって、処理ガスとして C_4F_8 ガスと希ガスと O_2 を用いると共に、 C_4F_8 ガスのプロセス圧に対する分圧を $0.5\text{mTorr} \sim 1.5\text{mTorr}$ 、 C_4F_8 ガスと O_2 の比を $1:1.5 \sim 1.5\text{mTorr}$ 、 C_4F_8 ガスと O_2 の比を $1:1.5 \sim 5$ に設定してエッチングすることを特徴とする、エッチング法。

【請求項2】 減圧自在な処理室内に所定の処理ガスを導入し、所定の減圧条件下でこの処理室内にプラズマを発生させて、この処理室内の被処理基板上に酸化シリコン系材料層をエッチングする方法であって、処理ガスとして CHF_3 ガスと希ガスと O_2 を用いると共に、 CHF_3 ガスのプロセス圧に対する分圧を $5\text{mTorr} \sim 20\text{mTorr}$ 、 CHF_3 ガスと O_2 の比を $1:4 \sim 9$ に設定してエッチングすることを特徴とする、エッチング法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被処理基板に対してエッチング処理を施すためのエッチング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】今日、半導体デバイスの高集積化は益々進み、例えば $0.3\mu\text{m}$ のコネクタホールを高いアスペクト比で形成するためのエッチング技術が要求されており、とりわけ層間絶縁膜として広く使用されている酸化シリコン系材料層、例えばシリコン酸化膜(SiO_2)を高い選択比でエッチングする技術が重要になってきている。

【0003】そして前記したシリコン酸化膜(SiO_2)をエッチングに際しては、エッチングガスを処理室内に導入すると共に、当該処理室内にプラズマを発生させるエッチング方法が用いられている。この場合、使用するエッチングガスとしては、いわゆる C_xF_y 系ガスが一般的であり、その中で、高い選択比と高速度エッチングレートとを有するが好ましい前記 $x:y$ が $1:2$ のガス、例えば C_4F_8 ガスが代表的である。

【0004】前記 C_4F_8 ガスを使用する場合、従来はエッチングレートと下地との選択比のバランスを考慮して、 C_4F_8 —酸化膜系—ガスを混合して処理室内に導入し、プラズマを発生させて前記 C_4F_8 を解離を促進させ、シリコン酸化膜(SiO_2)のエッチングを助けていた。この場合におけるエッチングは、 CF_x であり、解離の際に多量に生成されて不純物となる CF_x は、添加した O_2 の中で除去されるようになっていた。

【0005】その他代表的なエッチングガスとしては、 CHF_3 ガスが従来から使用されて、上記の C_4F_8 ガスでも、エッチングレートと下地との選択比のバランスを考慮して、 CHF_3 —酸化膜系—ガスを混合して使用されている例が多い。

【0006】

【0007】

【発明を解決しようとする課題】ところで前記した C_4F_8 ガス— C_4F_8 ガスを用いたプロセスでは、人体に有害な CF_x を用いているため、取り扱い及び処理装置等には特に注意する必要がある。しかも不純物となる CF_x が多量に生成されるため、適宜 O_2 中の酸素でこれを除去するようにしても、依然として不純物が生じやすく、その結果処理装置のチャンバ内部のクリーニング頻度も比較的高かった。

【0007】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、 C_4F_8 ガスを使用せずに高いエッチングレートが実現でき、かつ処理装置のチャンバ内、処理室内、の汚染の付着を抑えたエッチング法を提供することを目指す。

【0008】

【課題を解決するための手段】 C_4F_8 ガスを単に使用しないというのは、 C_4F_8 ガスの解離の促進が問題となり、また不純物となる CF_x の処理にも困る。そこで本願発明では、 C_4F_8 ガスの分圧を従来より低く設定し、さらに別途 CF_x 除去のための O_2 ガスを添加することによって課題の解決を図った。但し、 C_4F_8 の解離をコントロールして、エッチングとなる CF_x と不純物となる CF_x との比を制御する必要があるため、 C_4F_8 ガスと O_2 ガスとの割合も考慮した。

【0009】かかる観点から前記目的を達成するため、請求項1に記載されたエッチング法は、減圧自在な処理室内に、所定の処理ガスを導入して、所定の減圧雰囲気の下でこの処理室内にプラズマを発生させ、処理室内の被処理基板に酸化シリコン系材料層をエッチングする方法であって、処理ガスとして C_4F_8 ガスと希ガスと O_2 との混合ガスを用いると共に、 C_4F_8 ガスのプロセス圧に対する分圧を $0.5\text{mTorr} \sim 1.5\text{mTorr}$ 、及び C_4F_8 ガスと O_2 の比を $1:1.5 \sim 5$ に設定してエッチングすることを特徴とするものである。

【0010】また請求項2のエッチング法は、エッチングガスとして CHF_3 ガスと希ガスと O_2 との混合ガスを用いると共に、 CHF_3 ガスの分圧を $5\text{mTorr} \sim 20\text{mTorr}$ 、 CHF_3 ガスと O_2 の比を $1:4 \sim 9$ に設定してエッチングすることを特徴とするものである。

【0011】なお本願各請求項で、上記希ガスには、例えば Ar 、 Ne 、 He 、 Kr 、 Xe 、 H_2 、 N_2 、 O_2 、 CO_2 、 SF_6 、 SiF_4 、 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_{10} 、 C_6F_{14} 、 C_8F_{18} 、 $\text{C}_{10}\text{F}_{22}$ 、 $\text{C}_{12}\text{F}_{26}$ 、 $\text{C}_{14}\text{F}_{30}$ 、 $\text{C}_{16}\text{F}_{34}$ 、 $\text{C}_{18}\text{F}_{38}$ 、 $\text{C}_{20}\text{F}_{42}$ 、 $\text{C}_{22}\text{F}_{46}$ 、 $\text{C}_{24}\text{F}_{50}$ 、 $\text{C}_{26}\text{F}_{54}$ 、 $\text{C}_{28}\text{F}_{58}$ 、 $\text{C}_{30}\text{F}_{62}$ 、 $\text{C}_{32}\text{F}_{66}$ 、 $\text{C}_{34}\text{F}_{70}$ 、 $\text{C}_{36}\text{F}_{74}$ 、 $\text{C}_{38}\text{F}_{78}$ 、 $\text{C}_{40}\text{F}_{82}$ 、 $\text{C}_{42}\text{F}_{86}$ 、 $\text{C}_{44}\text{F}_{90}$ 、 $\text{C}_{46}\text{F}_{94}$ 、 $\text{C}_{48}\text{F}_{98}$ 、 $\text{C}_{50}\text{F}_{102}$ 、 $\text{C}_{52}\text{F}_{106}$ 、 $\text{C}_{54}\text{F}_{110}$ 、 $\text{C}_{56}\text{F}_{114}$ 、 $\text{C}_{58}\text{F}_{118}$ 、 $\text{C}_{60}\text{F}_{122}$ 、 $\text{C}_{62}\text{F}_{126}$ 、 $\text{C}_{64}\text{F}_{130}$ 、 $\text{C}_{66}\text{F}_{134}$ 、 $\text{C}_{68}\text{F}_{138}$ 、 $\text{C}_{70}\text{F}_{142}$ 、 $\text{C}_{72}\text{F}_{146}$ 、 $\text{C}_{74}\text{F}_{150}$ 、 $\text{C}_{76}\text{F}_{154}$ 、 $\text{C}_{78}\text{F}_{158}$ 、 $\text{C}_{80}\text{F}_{162}$ 、 $\text{C}_{82}\text{F}_{166}$ 、 $\text{C}_{84}\text{F}_{170}$ 、 $\text{C}_{86}\text{F}_{174}$ 、 $\text{C}_{88}\text{F}_{178}$ 、 $\text{C}_{90}\text{F}_{182}$ 、 $\text{C}_{92}\text{F}_{186}$ 、 $\text{C}_{94}\text{F}_{190}$ 、 $\text{C}_{96}\text{F}_{194}$ 、 $\text{C}_{98}\text{F}_{198}$ 、 $\text{C}_{100}\text{F}_{202}$ 、 $\text{C}_{102}\text{F}_{206}$ 、 $\text{C}_{104}\text{F}_{210}$ 、 $\text{C}_{106}\text{F}_{214}$ 、 $\text{C}_{108}\text{F}_{218}$ 、 $\text{C}_{110}\text{F}_{222}$ 、 $\text{C}_{112}\text{F}_{226}$ 、 $\text{C}_{114}\text{F}_{230}$ 、 $\text{C}_{116}\text{F}_{234}$ 、 $\text{C}_{118}\text{F}_{238}$ 、 $\text{C}_{120}\text{F}_{242}$ 、 $\text{C}_{122}\text{F}_{246}$ 、 $\text{C}_{124}\text{F}_{250}$ 、 $\text{C}_{126}\text{F}_{254}$ 、 $\text{C}_{128}\text{F}_{258}$ 、 $\text{C}_{130}\text{F}_{262}$ 、 $\text{C}_{132}\text{F}_{266}$ 、 $\text{C}_{134}\text{F}_{270}$ 、 $\text{C}_{136}\text{F}_{274}$ 、 $\text{C}_{138}\text{F}_{278}$ 、 $\text{C}_{140}\text{F}_{282}$ 、 $\text{C}_{142}\text{F}_{286}$ 、 $\text{C}_{144}\text{F}_{290}$ 、 $\text{C}_{146}\text{F}_{294}$ 、 $\text{C}_{148}\text{F}_{298}$ 、 $\text{C}_{150}\text{F}_{302}$ 、 $\text{C}_{152}\text{F}_{306}$ 、 $\text{C}_{154}\text{F}_{310}$ 、 $\text{C}_{156}\text{F}_{314}$ 、 $\text{C}_{158}\text{F}_{318}$ 、 $\text{C}_{160}\text{F}_{322}$ 、 $\text{C}_{162}\text{F}_{326}$ 、 $\text{C}_{164}\text{F}_{330}$ 、 $\text{C}_{166}\text{F}_{334}$ 、 $\text{C}_{168}\text{F}_{338}$ 、 $\text{C}_{170}\text{F}_{342}$ 、 $\text{C}_{172}\text{F}_{346}$ 、 $\text{C}_{174}\text{F}_{350}$ 、 $\text{C}_{176}\text{F}_{354}$ 、 $\text{C}_{178}\text{F}_{358}$ 、 $\text{C}_{180}\text{F}_{362}$ 、 $\text{C}_{182}\text{F}_{366}$ 、 $\text{C}_{184}\text{F}_{370}$ 、 $\text{C}_{186}\text{F}_{374}$ 、 $\text{C}_{188}\text{F}_{378}$ 、 $\text{C}_{190}\text{F}_{382}$ 、 $\text{C}_{192}\text{F}_{386}$ 、 $\text{C}_{194}\text{F}_{390}$ 、 $\text{C}_{196}\text{F}_{394}$ 、 $\text{C}_{198}\text{F}_{398}$ 、 $\text{C}_{200}\text{F}_{402}$ 、 $\text{C}_{202}\text{F}_{406}$ 、 $\text{C}_{204}\text{F}_{410}$ 、 $\text{C}_{206}\text{F}_{414}$ 、 $\text{C}_{208}\text{F}_{418}$ 、 $\text{C}_{210}\text{F}_{422}$ 、 $\text{C}_{212}\text{F}_{426}$ 、 $\text{C}_{214}\text{F}_{430}$ 、 $\text{C}_{216}\text{F}_{434}$ 、 $\text{C}_{218}\text{F}_{438}$ 、 $\text{C}_{220}\text{F}_{442}$ 、 $\text{C}_{222}\text{F}_{446}$ 、 $\text{C}_{224}\text{F}_{450}$ 、 $\text{C}_{226}\text{F}_{454}$ 、 $\text{C}_{228}\text{F}_{458}$ 、 $\text{C}_{230}\text{F}_{462}$ 、 $\text{C}_{232}\text{F}_{466}$ 、 $\text{C}_{234}\text{F}_{470}$ 、 $\text{C}_{236}\text{F}_{474}$ 、 $\text{C}_{238}\text{F}_{478}$ 、 $\text{C}_{240}\text{F}_{482}$ 、 $\text{C}_{242}\text{F}_{486}$ 、 $\text{C}_{244}\text{F}_{490}$ 、 $\text{C}_{246}\text{F}_{494}$ 、 $\text{C}_{248}\text{F}_{498}$ 、 $\text{C}_{250}\text{F}_{502}$ 、 $\text{C}_{252}\text{F}_{506}$ 、 $\text{C}_{254}\text{F}_{510}$ 、 $\text{C}_{256}\text{F}_{514}$ 、 $\text{C}_{258}\text{F}_{518}$ 、 $\text{C}_{260}\text{F}_{522}$ 、 $\text{C}_{262}\text{F}_{526}$ 、 $\text{C}_{264}\text{F}_{530}$ 、 $\text{C}_{266}\text{F}_{534}$ 、 $\text{C}_{268}\text{F}_{538}$ 、 $\text{C}_{270}\text{F}_{542}$ 、 $\text{C}_{272}\text{F}_{546}$ 、 $\text{C}_{274}\text{F}_{550}$ 、 $\text{C}_{276}\text{F}_{554}$ 、 $\text{C}_{278}\text{F}_{558}$ 、 $\text{C}_{280}\text{F}_{562}$ 、 $\text{C}_{282}\text{F}_{566}$ 、 $\text{C}_{284}\text{F}_{570}$ 、 $\text{C}_{286}\text{F}_{574}$ 、 $\text{C}_{288}\text{F}_{578}$ 、 $\text{C}_{290}\text{F}_{582}$ 、 $\text{C}_{292}\text{F}_{586}$ 、 $\text{C}_{294}\text{F}_{590}$ 、 $\text{C}_{296}\text{F}_{594}$ 、 $\text{C}_{298}\text{F}_{598}$ 、 $\text{C}_{300}\text{F}_{602}$ 、 $\text{C}_{302}\text{F}_{606}$ 、 $\text{C}_{304}\text{F}_{610}$ 、 $\text{C}_{306}\text{F}_{614}$ 、 $\text{C}_{308}\text{F}_{618}$ 、 $\text{C}_{310}\text{F}_{622}$ 、 $\text{C}_{312}\text{F}_{626}$ 、 $\text{C}_{314}\text{F}_{630}$ 、 $\text{C}_{316}\text{F}_{634}$ 、 $\text{C}_{318}\text{F}_{638}$ 、 $\text{C}_{320}\text{F}_{642}$ 、 $\text{C}_{322}\text{F}_{646}$ 、 $\text{C}_{324}\text{F}_{650}$ 、 $\text{C}_{326}\text{F}_{654}$ 、 $\text{C}_{328}\text{F}_{658}$ 、 $\text{C}_{330}\text{F}_{662}$ 、 $\text{C}_{332}\text{F}_{666}$ 、 $\text{C}_{334}\text{F}_{670}$ 、 $\text{C}_{336}\text{F}_{674}$ 、 $\text{C}_{338}\text{F}_{678}$ 、 $\text{C}_{340}\text{F}_{682}$ 、 $\text{C}_{342}\text{F}_{686}$ 、 $\text{C}_{344}\text{F}_{690}$ 、 $\text{C}_{346}\text{F}_{694}$ 、 $\text{C}_{348}\text{F}_{698}$ 、 $\text{C}_{350}\text{F}_{702}$ 、 $\text{C}_{352}\text{F}_{706}$ 、 $\text{C}_{354}\text{F}_{710}$ 、 $\text{C}_{356}\text{F}_{714}$ 、 $\text{C}_{358}\text{F}_{718}$ 、 $\text{C}_{360}\text{F}_{722}$ 、 $\text{C}_{362}\text{F}_{726}$ 、 $\text{C}_{364}\text{F}_{730}$ 、 $\text{C}_{366}\text{F}_{734}$ 、 $\text{C}_{368}\text{F}_{738}$ 、 $\text{C}_{370}\text{F}_{742}$ 、 $\text{C}_{372}\text{F}_{746}$ 、 $\text{C}_{374}\text{F}_{750}$ 、 $\text{C}_{376}\text{F}_{754}$ 、 $\text{C}_{378}\text{F}_{758}$ 、 $\text{C}_{380}\text{F}_{762}$ 、 $\text{C}_{382}\text{F}_{766}$ 、 $\text{C}_{384}\text{F}_{770}$ 、 $\text{C}_{386}\text{F}_{774}$ 、 $\text{C}_{388}\text{F}_{778}$ 、 $\text{C}_{390}\text{F}_{782}$ 、 $\text{C}_{392}\text{F}_{786}$ 、 $\text{C}_{394}\text{F}_{790}$ 、 $\text{C}_{396}\text{F}_{794}$ 、 $\text{C}_{398}\text{F}_{798}$ 、 $\text{C}_{400}\text{F}_{802}$ 、 $\text{C}_{402}\text{F}_{806}$ 、 $\text{C}_{404}\text{F}_{810}$ 、 $\text{C}_{406}\text{F}_{814}$ 、 $\text{C}_{408}\text{F}_{818}$ 、 $\text{C}_{410}\text{F}_{822}$ 、 $\text{C}_{412}\text{F}_{826}$ 、 $\text{C}_{414}\text{F}_{830}$ 、 $\text{C}_{416}\text{F}_{834}$ 、 $\text{C}_{418}\text{F}_{838}$ 、 $\text{C}_{420}\text{F}_{842}$ 、 $\text{C}_{422}\text{F}_{846}$ 、 $\text{C}_{424}\text{F}_{850}$ 、 $\text{C}_{426}\text{F}_{854}$ 、 $\text{C}_{428}\text{F}_{858}$ 、 $\text{C}_{430}\text{F}_{862}$ 、 $\text{C}_{432}\text{F}_{866}$ 、 $\text{C}_{434}\text{F}_{870}$ 、 $\text{C}_{436}\text{F}_{874}$ 、 $\text{C}_{438}\text{F}_{878}$ 、 $\text{C}_{440}\text{F}_{882}$ 、 $\text{C}_{442}\text{F}_{886}$ 、 $\text{C}_{444}\text{F}_{890}$ 、 $\text{C}_{446}\text{F}_{894}$ 、 $\text{C}_{448}\text{F}_{898}$ 、 $\text{C}_{450}\text{F}_{902}$ 、 $\text{C}_{452}\text{F}_{906}$ 、 $\text{C}_{454}\text{F}_{910}$ 、 $\text{C}_{456}\text{F}_{914}$ 、 $\text{C}_{458}\text{F}_{918}$ 、 $\text{C}_{460}\text{F}_{922}$ 、 $\text{C}_{462}\text{F}_{926}$ 、 $\text{C}_{464}\text{F}_{930}$ 、 $\text{C}_{466}\text{F}_{934}$ 、 $\text{C}_{468}\text{F}_{938}$ 、 $\text{C}_{470}\text{F}_{942}$ 、 $\text{C}_{472}\text{F}_{946}$ 、 $\text{C}_{474}\text{F}_{950}$ 、 $\text{C}_{476}\text{F}_{954}$ 、 $\text{C}_{478}\text{F}_{958}$ 、 $\text{C}_{480}\text{F}_{962}$ 、 $\text{C}_{482}\text{F}_{966}$ 、 $\text{C}_{484}\text{F}_{970}$ 、 $\text{C}_{486}\text{F}_{974}$ 、 $\text{C}_{488}\text{F}_{978}$ 、 $\text{C}_{490}\text{F}_{982}$ 、 $\text{C}_{492}\text{F}_{986}$ 、 $\text{C}_{494}\text{F}_{990}$ 、 $\text{C}_{496}\text{F}_{994}$ 、 $\text{C}_{498}\text{F}_{998}$ 、 $\text{C}_{500}\text{F}_{1002}$ 、 $\text{C}_{502}\text{F}_{1006}$ 、 $\text{C}_{504}\text{F}_{1010}$ 、 $\text{C}_{506}\text{F}_{1014}$ 、 $\text{C}_{508}\text{F}_{1018}$ 、 $\text{C}_{510}\text{F}_{1022}$ 、 $\text{C}_{512}\text{F}_{1026}$ 、 $\text{C}_{514}\text{F}_{1030}$ 、 $\text{C}_{516}\text{F}_{1034}$ 、 $\text{C}_{518}\text{F}_{1038}$ 、 $\text{C}_{520}\text{F}_{1042}$ 、 $\text{C}_{522}\text{F}_{1046}$ 、 $\text{C}_{524}\text{F}_{1050}$ 、 $\text{C}_{526}\text{F}_{1054}$ 、 $\text{C}_{528}\text{F}_{1058}$ 、 $\text{C}_{530}\text{F}_{1062}$ 、 $\text{C}_{532}\text{F}_{1066}$ 、 $\text{C}_{534}\text{F}_{1070}$ 、 $\text{C}_{536}\text{F}_{1074}$ 、 $\text{C}_{538}\text{F}_{1078}$ 、 $\text{C}_{540}\text{F}_{1082}$ 、 $\text{C}_{542}\text{F}_{1086}$ 、 $\text{C}_{544}\text{F}_{1090}$ 、 $\text{C}_{546}\text{F}_{1094}$ 、 $\text{C}_{548}\text{F}_{1098}$ 、 $\text{C}_{550}\text{F}_{1102}$ 、 $\text{C}_{552}\text{F}_{1106}$ 、 $\text{C}_{554}\text{F}_{1110}$ 、 $\text{C}_{556}\text{F}_{1114}$ 、 $\text{C}_{558}\text{F}_{1118}$ 、 $\text{C}_{560}\text{F}_{1122}$ 、 $\text{C}_{562}\text{F}_{1126}$ 、 $\text{C}_{564}\text{F}_{1130}$ 、 $\text{C}_{566}\text{F}_{1134}$ 、 $\text{C}_{568}\text{F}_{1138}$ 、 $\text{C}_{570}\text{F}_{1142}$ 、 $\text{C}_{572}\text{F}_{1146}$ 、 $\text{C}_{574}\text{F}_{1150}$ 、 $\text{C}_{576}\text{F}_{1154}$ 、 $\text{C}_{578}\text{F}_{1158}$ 、 $\text{C}_{580}\text{F}_{1162}$ 、 $\text{C}_{582}\text{F}_{1166}$ 、 $\text{C}_{584}\text{F}_{1170}$ 、 $\text{C}_{586}\text{F}_{1174}$ 、 $\text{C}_{588}\text{F}_{1178}$ 、 $\text{C}_{590}\text{F}_{1182}$ 、 $\text{C}_{592}\text{F}_{1186}$ 、 $\text{C}_{594}\text{F}_{1190}$ 、 $\text{C}_{596}\text{F}_{1194}$ 、 $\text{C}_{598}\text{F}_{1198}$ 、 $\text{C}_{600}\text{F}_{1202}$ 、 $\text{C}_{602}\text{F}_{1206}$ 、 $\text{C}_{604}\text{F}_{1210}$ 、 $\text{C}_{606}\text{F}_{1214}$ 、 $\text{C}_{608}\text{F}_{1218}$ 、 $\text{C}_{610}\text{F}_{1222}$ 、 $\text{C}_{612}\text{F}_{1226}$ 、 $\text{C}_{614}\text{F}_{1230}$ 、 $\text{C}_{616}\text{F}_{1234}$ 、 $\text{C}_{618}\text{F}_{1238}$ 、 $\text{C}_{620}\text{F}_{1242}$ 、 $\text{C}_{622}\text{F}_{1246}$ 、 $\text{C}_{624}\text{F}_{1250}$ 、 $\text{C}_{626}\text{F}_{1254}$ 、 $\text{C}_{628}\text{F}_{1258}$ 、 $\text{C}_{630}\text{F}_{1262}$ 、 $\text{C}_{632}\text{F}_{1266}$ 、 $\text{C}_{634}\text{F}_{1270}$ 、 $\text{C}_{636}\text{F}_{1274}$ 、 $\text{C}_{638}\text{F}_{1278}$ 、 $\text{C}_{640}\text{F}_{1282}$ 、 $\text{C}_{642}\text{F}_{1286}$ 、 $\text{C}_{644}\text{F}_{1290}$ 、 $\text{C}_{646}\text{F}_{1294}$ 、 $\text{C}_{648}\text{F}_{1298}$ 、 $\text{C}_{650}\text{F}_{1302}$ 、 $\text{C}_{652}\text{F}_{1306}$ 、 $\text{C}_{654}\text{F}_{1310}$ 、 $\text{C}_{656}\text{F}_{1314}$ 、 $\text{C}_{658}\text{F}_{1318}$ 、 $\text{C}_{660}\text{F}_{1322}$ 、 $\text{C}_{662}\text{F}_{1326}$ 、 $\text{C}_{664}\text{F}_{1330}$ 、 $\text{C}_{666}\text{F}_{1334}$ 、 $\text{C}_{668}\text{F}_{1338}$ 、 $\text{C}_{670}\text{F}_{1342}$ 、 $\text{C}_{672}\text{F}_{1346}$ 、 $\text{C}_{674}\text{F}_{1350}$ 、 $\text{C}_{676}\text{F}_{1354}$ 、 $\text{C}_{678}\text{F}_{1358}$ 、 $\text{C}_{680}\text{F}_{1362}$ 、 $\text{C}_{682}\text{F}_{1366}$ 、 $\text{C}_{684}\text{F}_{1370}$ 、 $\text{C}_{686}\text{F}_{1374}$ 、 $\text{C}_{688}\text{F}_{1378}$ 、 $\text{C}_{690}\text{F}_{1382}$ 、 $\text{C}_{692}\text{F}_{1386}$ 、 $\text{C}_{694}\text{F}_{1390}$ 、 $\text{C}_{696}\text{F}_{1394}$ 、 $\text{C}_{698}\text{F}_{1398}$ 、 $\text{C}_{700}\text{F}_{1402}$ 、 $\text{C}_{702}\text{F}_{1406}$ 、 $\text{C}_{704}\text{F}_{1410}$ 、 $\text{C}_{706}\text{F}_{1414}$ 、 $\text{C}_{708}\text{F}_{1418}$ 、 $\text{C}_{710}\text{F}_{1422}$ 、 $\text{C}_{712}\text{F}_{1426}$ 、 $\text{C}_{714}\text{F}_{1430}$ 、 $\text{C}_{716}\text{F}_{1434}$ 、 $\text{C}_{718}\text{F}_{1438}$ 、 $\text{C}_{720}\text{F}_{1442}$ 、 $\text{C}_{722}\text{F}_{1446}$ 、 $\text{C}_{724}\text{F}_{1450}$ 、 $\text{C}_{726}\text{F}_{1454}$ 、 $\text{C}_{728}\text{F}_{1458}$ 、 $\text{C}_{730}\text{F}_{1462}$ 、 $\text{C}_{732}\text{F}_{1466}$ 、 $\text{C}_{734}\text{F}_{1470}$ 、 $\text{C}_{736}\text{F}_{1474}$ 、 $\text{C}_{738}\text{F}_{1478}$ 、 $\text{C}_{740}\text{F}_{1482}$ 、 $\text{C}_{742}\text{F}_{1486}$ 、 $\text{C}_{744}\text{F}_{1490}$ 、 $\text{C}_{746}\text{F}_{1494}$ 、 $\text{C}_{748}\text{F}_{1498}$ 、 $\text{C}_{750}\text{F}_{1502}$ 、 $\text{C}_{752}\text{F}_{1506}$ 、 $\text{C}_{754}\text{F}_{1510}$ 、 $\text{C}_{756}\text{F}_{1514}$ 、 $\text{C}_{758}\text{F}_{1518}$ 、 $\text{C}_{760}\text{F}_{1522}$ 、 $\text{C}_{762}\text{F}_{1526}$ 、 $\text{C}_{764}\text{F}_{1530}$ 、 $\text{C}_{766}\text{F}_{1534}$ 、 $\text{C}_{768}\text{F}_{1538}$ 、 $\text{C}_{770}\text{F}_{1542}$ 、 $\text{C}_{772}\text{F}_{1546}$ 、 $\text{C}_{774}\text{F}_{1550}$ 、 $\text{C}_{776}\text{F}_{1554}$ 、 $\text{C}_{778}\text{F}_{1558}$ 、 $\text{C}_{780}\text{F}_{1562}$ 、 $\text{C}_{782}\text{F}_{1566}$ 、 $\text{C}_{784}\text{F}_{1570}$ 、 $\text{C}_{786}\text{F}_{1574}$ 、 $\text{C}_{788}\text{F}_{1578}$ 、 $\text{C}_{790}\text{F}_{1582}$ 、 $\text{C}_{792}\text{F}_{1586}$ 、 $\text{C}_{794}\text{F}_{1590}$ 、 $\text{C}_{796}\text{F}_{1594}$ 、 $\text{C}_{798}\text{F}_{1598}$ 、 $\text{C}_{800}\text{F}_{1602}$ 、 $\text{C}_{802}\text{F}_{1606}$ 、 $\text{C}_{804}\text{F}_{1610}$ 、 $\text{C}_{806}\text{F}_{1614}$ 、 $\text{C}_{808}\text{F}_{1618}$ 、 $\text{C}_{810}\text{F}_{1622}$ 、 $\text{C}_{812}\text{F}_{1626}$ 、 $\text{C}_{814}\text{F}_{1630}$ 、 $\text{C}_{816}\text{F}_{1634}$ 、 $\text{C}_{818}\text{F}_{1638}$ 、 $\text{C}_{820}\text{F}_{1642}$ 、 $\text{C}_{822}\text{F}_{1646}$ 、 $\text{C}_{824}\text{F}_{1650}$ 、 $\text{C}_{826}\text{F}_{1654}$ 、 $\text{C}_{828}\text{F}_{1658}$ 、 $\text{C}_{830}\text{F}_{1662}$ 、 $\text{C}_{832}\text{F}_{1666}$ 、 $\text{C}_{834}\text{F}_{1670}$ 、 $\text{C}_{836}\text{F}_{1674}$ 、 $\text{C}_{838}\text{F}_{1678}$ 、 $\text{C}_{840}\text{F}_{1682}$ 、 $\text{C}_{842}\text{F}_{1686}$ 、 $\text{C}_{844}\text{F}_{1690}$ 、 $\text{C}_{846}\text{F}_{1694}$ 、 $\text{C}_{848}\text{F}_{1698}$ 、 $\text{C}_{850}\text{F}_{1702}$ 、

る。

【0012】請求項1の装置は、例えば、図1に示されるように、 CF_4 ガスの分圧が、 $5\text{mTorr} \sim 1.5\text{mTorr}$ に設定されており、 CF_4 が解離・促進され、 CF_4 ガス： O_2 の比が1：1.5～5に設定されており、なお、発明者の所見によれば、プラズマとなる CF_4 イオンと電子種となる CF_4 イオンの解離・イオン化の割合が、 CF_4 イオン： CF_4 イオンの比が1.5～2.4：1の値を得ることができる。従って、プラズマの発生を抑えるとともに多量の電子種による高速度エッチングが実現できる。なお本発明は、比較的低下プロセス、即ち処理室内の圧力が数 $\text{mTorr} \sim 1.0\text{mTorr}$ のプロセスで特に有効である。もちろん CO を用いていないので、安全である。

【0013】請求項2のエッチング方法によれば、 CHF_3 ガス/希ガス/ O_2 を用いると共に、 CHF_3 ガスの分圧を $5\text{mTorr} \sim 2.0\text{mTorr}$ 、 CHF_3 ガス： O_2 の比を1：4～9に設定してエッチングするので、請求項1の場合と同様、 CO を用いず、プラズマの付着が少な、かつ高速度エッチングが可能である。しかも CO を用いていないので、安全性も高い。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。図1は、本実施の形態にかかるエッチング方法を実施するために用いたエッチング装置1の断面を示しており、このエッチング装置1における処理室2は、気密に閉塞可能な酸化アルミAIT処理されたアルミニウムなどからなる円筒形状の処理容器3内に形成され、当該処理容器3自体は接地線4を介して接地されている。前記処理室2内の底部にはセラミックなどの絶縁支持板5が設けられており、この絶縁支持板5の上部に、被処理基板、例えば半導体ウエハ W 以下、「ウエハ」という W を載置するための下部電極を構成する略円柱状のサセプタ6が、上下動自在に收容されている。

【0015】このサセプタ6は、前記絶縁支持板5及び処理容器3の底部を遊覧する昇降軸7によって支持されており、この昇降軸7は、処理容器3外部に設置されている駆動モータ8によって上下動自在である。従ってこの駆動モータ8の作動により、前記サセプタ6は、図1中の左側面に示したように、上下動自在となっている。なお処理室2の気密性を確保するため、前記サセプタ6と絶縁支持板5の間には、前記昇降軸7の外周を囲むように伸縮自在な気密部材、例えばパッキン9が設けられている。

【0016】サセプタ6は、表面が酸化処理されたアルミニウムなど、その内部には、温度調節手段、例えばヒーター、ヒータなど、加熱手段、区別せず、外周が冷媒管、区別せず、と、間で冷媒を循環させるための冷媒循環路、区別せず、が設けられており、サセプタ6上のウエハ W を所定温度に維持することが可能なるよう

に構成されている。またサセプタ6の温度は、温度センサ、区別せず、温度検出機構、区別せず、によって自動的に監視される構成となっている。

【0017】サセプタ6上には、ウエハ W を吸着保持するための静電チャック11が設けられており、この静電チャック11は、図2に示したように、導電性の薄膜12をガラス基板上に樹脂13によって上から挟持した構成を有し、処理容器3の外部に設置されている高圧直流電源14からの電圧、例えば1.5kV～2kVの電圧が前記薄膜12に印加されると、その際に発生するクーロン力によって、ウエハ W は静電チャック11の上面に吸着保持されるようになっている。

【0018】また前記サセプタ6内には、図2に示したように、サセプタ6内を上下動してウエハ W を静電チャック11上からリフトアップして、ウエハ W を搬送するための支持部材として機能するリフターピン20が複数本、例えば3本收容されている。

【0019】サセプタ6上の周辺には、前記静電チャック11を囲むようにして、平面が略環状の内側フォーカスリング21が設けられている。この内側フォーカスリング21は導電性を有する単結晶シリコンからなっており、プラズマ中のイオンを効果的にウエハ W に入射させる機能を有している。

【0020】前記内側フォーカスリング21の外周には、さらに平面が略環状の外側フォーカスリング22が設けられている。この外側フォーカスリング22は絶縁性を有する石英からなっている。この外側フォーカスリング22の外周上縁部は、外側に凸の湾曲形状に成形されており、かかる形状によってガスが最も円滑に排出されるようになっている。この外側フォーカスリング22は、後述のシャードリング63と共に、サセプタ6と後述の上部電極51との間に発生したプラズマの拡散を抑制する機能を有している。

【0021】前記サセプタ6の周囲には、例えば絶縁性材料からなるパッド板23が配され、さらにこのパッド板23の内周部は、石英の支持体等を介してボルト等の固着手段によってサセプタ6に固定されている。従って、サセプタ6を上下動に伴ってこのパッド板23も上下動する構成となっている。このパッド板23には多数の透孔23aが形成されており、ガスを均等に排出させる機能を有している。

【0022】前記処理室2の上部には、絶縁支持材31、及びアルミニウムなどからなる冷却部材32を介して、エッチングガスや希ガスを処理室2内に導入するための拡散部材33が設けられている。冷却部材32の上部には、冷媒循環路34が形成されており、外部からの供給される冷媒、冷媒を循環させることにより、後述の上部電極51を所定温度にまで冷却する機能を有している。

【0023】前記拡散部材32は、図2に示したように

に、上面側にはガス段材37、下板38を有した中空構造を有しており、さらにこれら上面段材37、下板38の各々には、上面に重なり、位置となすように多数の拡散孔35aがそれぞれ形成されており、この拡散部材33の中央にはガス導入管38が設けられ、さらにこの管37を介してガス導入管38が接続されている。そしてこのガス導入管38には、バルブ39、40、41及び対応した流量調節のためのマスフローコントローラ42、43、44を介して、それぞれに対応するガス供給源45、46、47が各々接続されている。

【0024】そしてガス供給源45からは希ガスとしてAr、アルゴン、ガスが供給自在であり、ガス供給源46からはO₂、酸素、ガスが供給自在であり、ガス供給源47からはC₂F₄、ガスが供給自在となっている。

【0025】これらのガス供給源45、46、47からの前記各ガスは、前記ガス導入管38から前記導入管38、拡散部材33の拡散孔35aを通じて処理室2内に導入されるようになっており、また冷却部材32の下面には、吐出口50aが多数形成された冷却プレート50が密着しており、図2に示したように、拡散部材33のバックル板35に形成されたバックル空間S内のガスを、下方に均一に吐出させるようになっている。

【0026】前記冷却プレート50の下面には、サセプタ8と対向するように、上部電極51が固定されている。この上部電極51は導電性を有する単結晶シリコンからなり、図示しないバルブによって前記冷却プレート50の下面周辺部に固着され、冷却プレート50と導通している。この上部電極51にも、多数の吐出口51aが形成されており、前記冷却プレート50の吐出口50aと接続されている。従ってバックル空間S内のガスは、この吐出口50aと上部電極51の吐出口51aを通じて、静電チャック11上のウエハWに対して均一に吐出されるようになっている。

【0027】上部電極51の下面周縁部には、前出の図示しない固定用のボルトを嵌るようにして、シールドリング53が配置されている。このシールドリング53は、石英からなり、吐出外側フローウスリング22と、静電チャック11と上部電極51との間のギャップよりも狭いギャップを形成し、プラズマの拡散を抑制する機能を有している。なおこのシールドリング53の上端部と処理容器3の天井壁と間には、セラ素系合成樹脂からなる絶縁リング54が設けられている。

【0028】処理容器3の側部には、処理容器3内の真空度を検出する圧力センサ55が装置されている。この圧力センサ55で検出された真空度の検出信号は、後述のコンピュータ4に入力され、処理容器3内の真空度は監視監視されている。

【0029】一方処理容器3の下部には、真空デシケータ56（真空）を手段57に通ずる排気管58が接続されており、サセプタ8の下面に配置された前出の図1の板3

9を介して、処理室内には、例えば吐出ポート59から吐出ポート59までの任意の真空中に板39が搬送されて、これを維持することが可能となっている。

【0030】次にこのエッチング装置1の高周波電力の供給系について説明すると、まず高周波電源61に対しては、周波数が数百kHz程度の、例えば500kHz程度の高周波電力を出力する高周波電源63からの電力が、整合器64を介して供給される構成となっている。一方上部電極51に対しては、整合器65を介して、周波数が前記高周波電源63よりも高、1MHz以上の周波数、例えば27.12MHzの高周波電力を出力する高周波電源66からの電力が、前出冷却部材32、冷却プレート50を通じて供給される構成となっている。

【0031】また処理容器3の側部には、ゲートバルブ71を介してロードロック室72が隣接している。このロードロック室72内には、被処理基板であるウエハWを処理容器3内の処理室2との間で搬送するための、搬送アームなどの搬送手段73が設けられている。

【0032】次にこのエッチング装置1の制御系について説明すると、サセプタ8を上下動させる駆動モータ8、高圧直流電源14、サセプタ8内のリフターピン20、バルブ39、40、41、マスフローコントローラ42、43、44、真空引き手段61、高周波電源63、66はそれぞれコントローラ74によって制御されている。

【0033】本実施形態におけるエッチング法を実施するためのエッチング装置1の主要部は以上のように構成されており、コントローラ74による制御に基づいて例えばシリコンのウエハWの酸化膜(SiO₂)に対してエッチング処理する場合の作用等について説明すると、まずゲートバルブ71が開放された後、搬送手段73によってウエハWが処理室2内に搬入される。このとき駆動モータ8の作動により、サセプタ8は下降し、リフターピン20が静電チャック11上に突き出たウエハW受け取りの待機状態にある。そして搬送手段73によって処理室2内に搬入されたウエハWは、静電チャック11上に突き出るリフターピン20の上に受け渡される。こうしてウエハWをリフターピン20の上に受け渡した後、搬送手段73は待避してゲートバルブ71は閉鎖される。

【0034】他方、ウエハWがリフターピン20の上に受け渡しを終了すると、駆動モータ8の作動によってサセプタ8は所定処理位置、例えば上部電極51とサセプタ8の間、ギャップが10mm〜30mmの間に所定の位置まで上昇し、同時にウエハWを支持しているリフターピン20はサセプタ8内に下降する。こうして、図1に示すように、ウエハWが静電チャック11上に載置された状態となる。そして高圧直流電源14から所定電圧の静電チャック11に導電性導体51に印加され

で、ワエハWは静電チャージにより吸着、保持される。

【0035】次に、処理室2内は、真空引き手段61によって真空引きされて、全、所定の真空度（減圧度）になった後、サセプラタ46、46、47からエッチング処理に必要な所定の流量で供給され、処理室2内圧が所定の真空度、例えば4.0mTorrに設定、維持される。

【0036】次に、上部電極51に対して高周波電源64から周波数が0.7、1.0MHz、パワーが例えば2kWの高周波電力が供給されると、上部電極51とサセプラタとの間にプラズマが生起される。また同時に、サセプラタに対しては高周波電源64から周波数が8.0kHz、パワーが例えば1kWの高周波電力が供給される。

【0037】そして発生したプラズマによって処理室2内の処理ガスが解離し、その際に生ずるエッチャントイオンが、サセプラタ側に供給された堆積的に低い周波数の高周波によってその入射速度がコントロールされつつ、ワエハW表面のシリコン酸化膜（SiO₂）をエッチングしていく。

【0038】この場合、本実施形態においては、エッチングプロセスに用いる処理ガスとして、C₄F₈ガス、Ar（アルゴン）ガス及びO₂（酸素）が処理室2内に導入され、処理室2内の圧力が4.0mTorrに設定される。またC₄F₈ガスの分圧は、0.5mTorr～1.5mTorrとなるように、適宜Ar（アルゴン）ガスの流量が設定される。さらにO₂（酸素）の量についてもC₄F₈ガスの1.5～5倍となるように設定される。

【0039】こうした各ガスの設定により、処理容器3の内壁に付着する堆積を少なく抑えることができ、しかも高いエッチングレートが得られる。またエッチャント種を生成するC₄F₈ガスとCO（一酸化炭素）とを併用した従来のエッチング方法と違って、本実施形態にかかるエッチング方法では、COを用いていないので、安全性も向上している。

【0040】また前記エッチング処理の際には、エッチャント種を生成するガスとして、C₄F₈を用いたが、これに代えてCHF₃ガスを用い、その分圧を5mTorr～10mTorrに設定すると共に、CHF₃ガス：O₂比を1：4～3に設定してエッチングしても、処理容器3の内壁に付着する堆積を少なく抑えることができ、しかも高いエッチングレートが得られる。さらにはCOを用いないので、作業も安全である。

【0041】

【実施例】

第1実施例（前記実施形態で用いたエッチング装置1を用いて、エッチングプロセスに用いるガスにC₄F₈ガス、Ar（アルゴン）ガス、O₂の混合ガスを使用し、C₄F₈ガスの流量を変化させたとき）、エッチング

レートと排気中イオン分析結果（Q-Massによるイオン数）を図3に示す。なお処理室2内のプロセス圧は4.0mTorrに維持し、Ar（アルゴン）ガスの流量を56.0sccm、O₂の流量を3sccmに固定し、C₄F₈ガスの流量を変化させた。温度は、処理室2内のバサが20℃、エッチャングで、被処理基板となるシリコン径のワエハWの温度は40℃である。高周波電力については、上部電極51に対しては、周波数が0.7、1.0MHzで2000Wの高周波電力を印加し、一方下部電極となるサセプラタに対しては周波数が0.8MHzで900Wの高周波電力を印加した。

【0042】この図3のグラフによれば、C₄F₈ガスの流量が1.0sccm～15sccmの間、即ち分圧で換算すると、1.0×56.0÷3+1.0×3÷56.0+3÷56.0+3÷15、つまり0.017～0.036、分圧で示すと0.69mTorr～1.04mTorrの間で、ほぼ50nm/min平均の高エッチングレートが得られていることが確認できる。

【0043】またエッチャント種となるCF₃イオンの数は、デボ種となるCF₂イオンの数よりも常になくなっており、CF₃：CF₂は、C₄F₈ガスの流量が1.0sccmのときで1.74、C₄F₈ガスの流量が2.0sccmのときで1.38という高い値が得られている。従って、デボ種よりもエッチャント種の数が増え、デボが少なくかつ高いエッチングレートが得られるエッチングを、ワエハW上の酸化シリコン系材料層に対して実施できる。

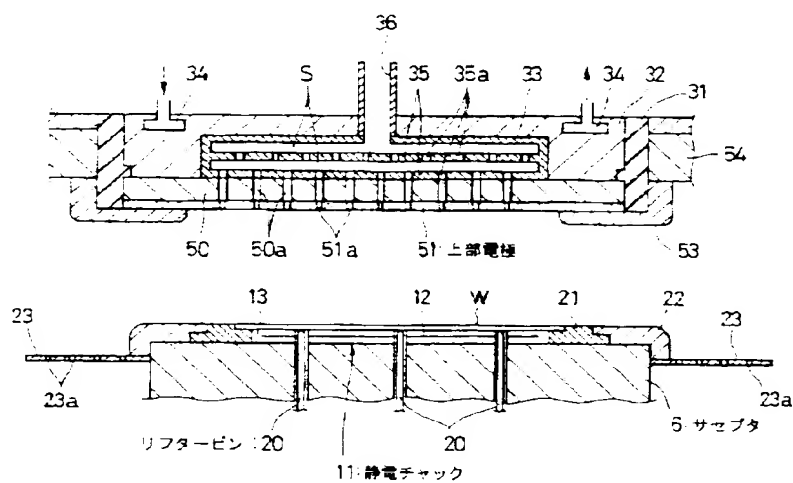
【0044】（第2実施例）一方、今度は前記実施形態で用いたエッチング装置1を用いて、エッチングプロセスに用いるガスにC₄F₈ガス／Ar（アルゴン）ガス／O₂の混合ガスを使用し、O₂の流量を変化させたときの、エッチングレートと排気中のイオン分析結果を図4のグラフに示す。なお処理室2内のプロセス圧は4.0mTorrに維持し、Ar（アルゴン）ガスの流量は56.0sccm、C₄F₈ガス流量は1.0sccmに固定した。他の条件は前記第1実施例と同一である。

【0045】これによれば、O₂の流量が2sccm～3sccmの間、即ちC₄F₈ガスとの比で換算すると、C₄F₈ガス：O₂=3.3～5.5の間で、ほぼ55.0nm/min平均の高エッチングレートが得られて、ることが確認できる。またCF₃：CF₂は、1.58～1.95となっており、デボが少なくかつ高いエッチングレートが得られるエッチングを、ワエハW上の酸化シリコン系材料層に対して実施できることが確認できる。

【0046】

【発明の効果】請求項1、2のエッチング方法によれば、COを用いていないので、従来のCOを添加するエッチングプロセスよりも安全性も向上している。しかもCOにはよってエッチャントとなるCF₃イオン、デボ種となるCF₂イオン、CF₂イオンを、CF₃イオンで、さらに

【図 1】



【図 4】

